

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-331532

(43)Date of publication of application : 19.11.2002

)Int.Cl. B29C 39/02
B29C 39/24
G02B 3/00
// B29L 11:00

)Application number : 2001-141431

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

)Date of filing : 11.05.2001

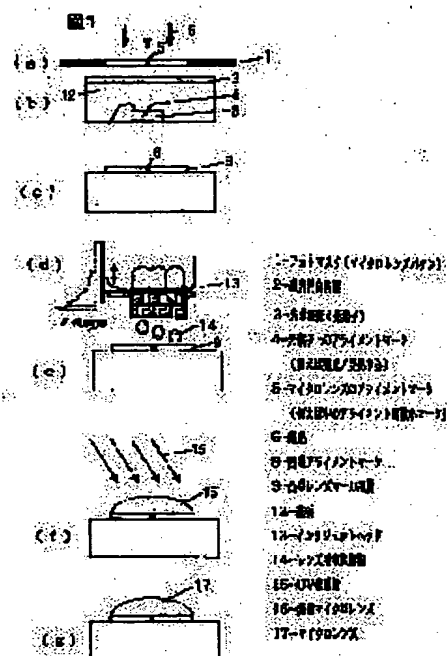
(72)Inventor : ISHII YUZO

) MICROLENS FORMING METHOD

)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a microlens forming method capable of simply performing the alignment of the optical axis of an optical device (an optical element, an optical part or the like) with that of a microlens at a low cost.

SOLUTION: A photomask (1) having a microlens pattern for forming the microlens and an alignment mark pattern is used, and the alignment mark of the microlens is aligned with the alignment mark (4) of the optical element (3) to the light emitting or receiving center of the optical device. A film (9) for a lens marker, to which the microlens pattern having alignment mark (8) at the center thereof is transferred, is formed on a substrate (12), and a liquid resin for the microlens is injected on the film for lens marker to form a liquid microlens which is, in turn, irradiated with rays to be cured to form the microlens.



LEGAL STATUS

date of request for examination] 15.10.2003

date of sending the examiner's decision of rejection]

date of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted to a patent]

date of final disposal for application]

patent number]

date of registration]

number of appeal against examiner's decision of rejection]

date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

date of extinction of right]

<http://www19.ipdl.jpo.go.jp/PA1/result/detail/main/wAAAJUa4x1DA414331532P1.htm>

12/23/2003

NOTICES *

Japanese Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

*** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

AIMS

aim(s)]

aim 1] A micro-lens pattern which is the method of forming a micro lens in the above-mentioned substrate surface of optical equipment which a lightwave signal outputs and inputs to a light corpuscle child through a substrate which a lightwave signal light penetrates, and specifies a portion which forms the above-mentioned micro lens, A photo mask which has an alignment mark pattern formed in the interior of this pattern is used. An alignment mark which set an alignment mark of optical equipment as the above-mentioned light corpuscle child's luminescence or a light-receiving member, or was independently formed on a light corpuscle child is prepared. On the other hand, an alignment mark of the above-mentioned photo mask, By carrying out alignment of the alignment mark of the above-mentioned optical equipment A production process which forms the above-mentioned micro-lens material and a photosensitive material film with an equal refractive index on a substrate which doubles a location of the above-mentioned optical equipment with the above-mentioned photo mask, and forms the above-mentioned micro lens, By using the above-mentioned photo mask on the above-mentioned photosensitive material film, and exposing and developing negatives A production process which forms in a center a film for lens markers which imprinted a micro-lens pattern which has an alignment mark, Liquefied resin for lenses is injected on a micro-lens pattern of the above-mentioned film for lens markers. A micro-lens formation method characterized by including at least a production process which forms a liquefied micro lens, and a production process which irradiates UV light, is made to harden a liquid micro lens of the above, and forms a micro lens.

aim 2] A micro-lens pattern which is the method of forming a micro lens in the above-mentioned substrate surface of optical equipment which a lightwave signal outputs and inputs to a light corpuscle child through a substrate which a lightwave signal light penetrates, and specifies a portion which forms the above-mentioned micro lens, A photo mask which has an alignment mark pattern formed in the interior of this pattern is used. An alignment mark which set an alignment mark of optical equipment as the above-mentioned light corpuscle child's luminescence or a light-receiving member, or was independently formed on a light corpuscle child is prepared. On the other hand, an alignment mark of the above-mentioned photo mask, By carrying out alignment of the alignment mark of the above-mentioned optical equipment A production process which forms a photosensitive material film on a substrate which doubles a location of the above-mentioned optical equipment with the above-mentioned photo mask, and forms the above-mentioned micro lens, A micro-lens pattern which specifies a portion which uses the above-mentioned photo mask for a photosensitive material film formed on the above-mentioned substrate, and forms the above-mentioned micro lens, A production process which imprints an alignment mark pattern formed in the interior of this pattern, A production process which forms a film for lens markers which left a portion which carries out fault development of the above-mentioned photosensitive material film, eliminates the above-mentioned alignment mark imprinted by this photosensitive material film, and forms the above-mentioned micro lens, Liquefied resin for lenses is injected into a portion which forms the above-mentioned micro lens. A micro-lens formation method characterized by including at least a production process which forms a liquefied micro lens, and a production process which irradiates UV light, is made to harden a liquid micro lens of the above, and forms a micro lens.

aim 3] It is the micro-lens formation method characterized by to consist of a material which carries out the fault development of the above-mentioned photosensitive material film, eliminates an alignment mark in claim 2, the film for lens markers which left a portion which forms a micro lens approaches the portion which forms the above-mentioned micro lens on the above-mentioned substrate surface, and is formed in the field of the outside of the portion which forms this micro lens, and has absorptivity to the wavelength of the above-mentioned lightwave-signal light.

translation done.]

http://www4.ipdl.jpo.go.jp/cgi-bin/tran_web.cgi_ejje?u=http%3A%2F%2Fwww4.ipdl.jpo.go.jp%2FToku... 12/23/2003

NOTICES *

Japanese Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

*** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

TAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[01]

[Technical field to which invention belongs] This invention relates to the micro-lens manufacturing technology of optical equipment.

[02]

[Description of the Prior Art] Drawing 6 shows an example of the conventional micro-lens manufacture method indicated by JP,2000-180605,A (Japanese Patent Application No. No. 358956 [ten to]). this conventional method would boil liquefied ultraviolet-rays (UV light) hardening resin ink jet head 13 -- it injects on a substrate 12 as Li and liquefied resin 14 for lenses, the place made to spheroidize with surface tension is stiffened by UV light exposure 15, a micro lens 21 is formed. The injection capacity of liquefied ultraviolet-rays (UV light) hardening resin can be directly controlled using a piezo driver element etc., and it is possible to produce the high micro-lens array of repeatability and a controllability. Moreover, since a lens can be direct formed on the substrate 12 of arbitration, it is easy to unite a micro lens with optical components, such as semiconductor laser, and a photo detector, optical waveguide. The dropped liquefied resin depends on the relation of the surface tension of liquefied resin and a substrate and a substrate and the angle to make, i.e., a contact angle, greatly. Although the relation of the surface tension of liquefied resin and a substrate is determined by the viscosity of resin, each temperature of resin and a substrate, the shape of surface type of a substrate, etc., since a contact angle will be uniquely determined if those conditions are the same, applying as the manufacture method of a micro lens is possible. As a parameter showing the lens property of a micro lens, a focal distance, the F number, a lens diameter (diameter of a opening), etc. are mentioned. In these lens parameters, the F number can be easily drawn from the contact angle of resin, and the refractive index of resin. That is, the combination of the resin (a refractive index is known) which forms a predetermined contact angle, and a substrate is prepared, a micro lens with the desired F number is producible. Moreover, about a lens diameter, a contact angle is based on injection capacity, but since it is fixed, it is controllable only by injection capacity.

[03] In the above-mentioned conventional technology, it is possible to produce a micro lens with various lens properties simple. However, although this conventional technology is a method which produces one micro lens at a time it is also possible to produce a micro-lens array collectively by forming an ink jet arm head into a multi-nozzle, it depends for the alignment precision of a target location and a injection arm head on the resolution of the stage drive precision of equipment, and an observation system etc. greatly. That is, in order to raise the formation location accuracy of a micro lens, it is necessary to achieve high-degree-of-accuracy-ization of equipment. High-degree-of-accuracy-ization of equipment means expensive rank-ization of equipment and makes the manufacturing cost of a micro lens increased. Therefore, in order to manufacture a micro lens by low cost, it is necessary for the formation location accuracy of a micro lens to consider as the manufacture method which is not influenced by equipment precision.

[04] An example of the manufacture method of a micro lens that the formation location accuracy of the above-mentioned micro lens was proposed by drawing 7 as the manufacture method which is not influenced for equipment precision is shown [for example, JP,62-83337,A (Japanese Patent Application No. No. 220375 [60 to])]. This is the method of forming the disc-like transparency resin (it being hereafter called the film for convex type lens markers) 24 which becomes exposure 6 and the portion which should develop negatives and should form the micro lens on a substrate 12 by patterning from a photopolymer 23 using a photo mask 22 about the photopolymer 23 prepared on the substrate 12. Since the disc-like transparency resin 24 which is this convex type lens marker is produced by the photolithography technology using the above-mentioned photo mask 22 which has a micro-lens pattern, both the configuration of the film 24 for convex type lens markers, the accuracy of an array pitch, and its repeatability are high.

[05] Since the shot position of the drop of liquefied UV photo-curing resin 25 should just be on the above-mentioned

124 for convex type lens markers when such a film 24 for convex type lens markers is formed on the target substrate, location precision is eased sharply. Although the drop injected on the film 24 for convex type lens markers is wet and spreads the film 24 top for convex type lens markers, breadth stops at the periphery section and the shape globular form is formed naturally. Since the film 24 for convex type lens markers is circular, in accordance with a marker's center and accuracy, the diameter of a micro lens 26 is further held correctly for a lens center by the path of the film 24 for convex type lens markers.

06] Here, alignment of a photo mask 22 is usually performed using the alignment mark formed in the mask. Although formed in portions other than the micro-lens pattern of a mask, alignment of this alignment mark is carried out in an alignment mark in which this was prepared in the evening-get side. Although it is the detailed pattern formed in a wiring layer as an alignment mark pattern prepared in a target side in many cases, an alignment mark pattern may be produced on optical components (it is collectively called optical components), such as chips, such as a light corpuscle, and optical waveguide.

07] If loading precision of optical components is not raised when the alignment mark is formed on the wiring layer in which optical components were carried, the optical axis of optical components and a micro lens will shift. Therefore, in order to set an optical axis, the mounting technology of the optical components of high degree of accuracy will be needed, and a mounting increase in cost will be caused. Moreover, when forming an alignment mark in optical components, in order to make it in agreement with the alignment mark by the side of a photo mask 22, the size of optical components must be larger than the size of a micro lens enough. Although an alignment mark can also be prepared in a micro lens, it is not desirable to form a mark pattern in a light transmission portion, in order to bring about the effect of reflection, dispersion, attenuation, etc. to the transmitted light.

08] [Problem(s) to be Solved by the Invention] In the manufacture method of the conventional micro lens mentioned above, in order to be dependent on equipment precision and to form a highly precise micro lens, the location accuracy which requires ultraviolet-rays hardening resin had to attain high-degree-of-accuracy-ization of equipment, and had caused a rise in the cost of equipment, as a result the increment in the manufacturing cost of a micro lens. Moreover, although a technique of forming the disc-like lens marker on the evening-get substrate beforehand was proposed in order to raise the precision of the dropping location of liquefied resin, some technical problems occurred about formation of an alignment mark with a lens marker and optical components (optical equipment). For example, when the expensive aligning equipment for carrying optical components correctly was required, were having to form an alignment mark in the surface of optical components, it was required for optical components to be larger than a micro lens in order to form an alignment mark or the alignment mark was prepared in the micro lens, the light-transmission property affected and there was a problem of the lens effect deteriorating.

09] The purpose of this invention is to solve the problem of the above-mentioned conventional technology and offer a micro-lens formation method which can carry out alignment of the optical-axis doubling of optical equipments (a light corpuscle child, optical components, etc.) and a micro lens by low cost simply.

10] [Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, this invention is considered as a configuration like a publication at a claim. namely, optical equipment (a light corpuscle child --) which a lightwave signal outputs and inputs to a light corpuscle child through a substrate which lightwave signal light penetrates. A micro-lens pattern which is the method of forming a micro lens in the above-mentioned substrate surfaces, such as optical components, and specifies a portion which forms the above-mentioned micro lens, A photo mask which has an alignment mark pattern formed in the interior of this pattern is used. An alignment mark which sets an alignment mark of optical equipment as the above-mentioned light corpuscle child's luminescence or a light-receiving center, or was independently formed on a light corpuscle child is prepared. On the other hand, an alignment mark of the above-mentioned photo mask, By carrying out alignment of the alignment mark of the above-mentioned optical equipment. A production process which forms the above-mentioned micro-lens material and a photosensitive material film with an optical refractive index on a substrate which doubles a location of the above-mentioned optical equipment with the above-mentioned photo mask, and forms the above-mentioned micro lens, By using the above-mentioned photo mask on the above-mentioned photosensitive material film, and exposing and developing negatives. A production process which forms in a center a film for lens markers which imprinted a micro-lens pattern which has an alignment mark, Liquefied resin for lenses is injected on a micro-lens pattern of the above-mentioned film for lens markers. It considers a micro-lens formation method which includes at least a production process which forms a liquefied micro lens, and a production process which irradiates UV light, is made to harden a liquid micro lens of the above, and forms a micro lens.

11] if a micro lens is produced at such a production process according to claim 1, optical-axis doubling of optical equipment (a light corpuscle child or optical components) and a micro lens will be markedly alike compared with the former, will become easy, and will become possible [forming a micro lens with a high location precision by low cost].

12] Moreover, it is the method of forming a micro lens in the above-mentioned substrate surface of optical equipment a lightwave signal outputs and inputs to a light corpuscle child like through a substrate according to claim 2 which lightwave signal light penetrates. A micro-lens pattern which specifies a portion which forms the above-mentioned micro lens, A photo mask which has an alignment mark pattern formed in the interior of this pattern is used. An alignment mark which sets an alignment mark of optical equipment as the above-mentioned light corpuscle child's luminescence or a light-receiving center, or was independently formed on a light corpuscle child is prepared. On the other hand, an alignment mark of the above-mentioned photo mask, By carrying out alignment of the alignment mark of the above-mentioned optical equipment A production process which forms a photosensitive material film on a substrate which doubles a location of the above-mentioned optical equipment with the above-mentioned photo mask, and forms the above-mentioned micro lens, A micro-lens pattern which specifies a portion which uses the above-mentioned photo mask for a photosensitive material film formed on the above-mentioned substrate, and forms the above-mentioned micro lens, A production process which imprints an alignment mark pattern formed in the interior of this pattern, A production process which forms a film for lens markers which left a portion which carries out fault development of the above-mentioned photosensitive material film, eliminates the above-mentioned alignment mark imprinted by this photosensitive material film, and forms the above-mentioned micro lens, Liquefied resin for lenses is injected into a portion which forms the above-mentioned micro lens, and it considers as a micro-lens formation method which includes at least a production process which forms a liquefied micro lens, and a production process which irradiates UV light, is used to harden a liquid micro lens of the above, and forms a micro lens.

13] Thus, it is effective in it becoming unnecessary to adjust a refractive index of a resin material of a lens marker of a micro lens, and width of face of selection of a resin material for micro lenses becoming large by performing fault development according to claim 2, eliminating an alignment mark, and using a production process which leaves a portion which forms a micro lens.

14] Moreover, a film for lens markers which left a portion according to claim 3 which carries out fault development of the above-mentioned photosensitive material film, eliminates an alignment mark in claim 2 like, and forms a micro lens. It considers as a micro-lens formation method which consists of a material which approaches a portion which forms the above-mentioned micro lens on the above-mentioned substrate surface, and is formed in a field of an outside of a portion which forms this micro lens, and has absorptivity to wavelength of the above-mentioned lightwave signal light.

15] By considering as a micro-lens formation method like above-mentioned claim 3, a resin material for lens markers does not need to be transparent to operating wavelength, and when a light corpuscle child is stationed in the center of an array, it is effective in the ability to reduce an optical cross talk between adjacent channels by using a material which it dared have colored.

16] [Embodiment of the Invention] <Gestalt 1 of operation> The gestalt of operation of the 1st of this invention is shown in drawing 1. In drawing 1, the manufacture method of a micro lens is the method of forming a micro lens in the surface of the above-mentioned substrate 12 in the optical equipment outputted and inputted to the light corpuscle child 3 by the on die bond was done through the substrate 12 which lightwave signal light penetrates.

17] The micro-lens pattern which specifies the portion which forms a micro lens, The photo mask 1 [drawing 1 (a)] which has the alignment mark pattern (minute mark for main alignment) 5 formed in the interior of this pattern is used. An alignment mark 4 on the above-mentioned light corpuscle child 3 (a light corpuscle child's luminescence or light-receiving center), By carrying out alignment of the alignment mark 5 of the above-mentioned photo mask 1, the location of optical equipment 3 is doubled with a photo mask 1, and optical-axis doubling of optical equipment 3 and a micro lens is performed [drawing 1 (b)]. After forming a micro-lens material and the photosensitive material film 2 with an initial refractive index on the substrate 12 which forms a micro lens and exposing the above-mentioned photosensitive material film 2 using a photo mask 1, the film 9 for convex type lens markers (film for lens markers which imprinted the micro-lens pattern) which has the concave alignment mark 8 is formed in a center by developing negatives [drawing 1 (c)]. On the micro-lens pattern of the film 9 for lens markers, the ink jet arm head 13 [drawing 1 (d)] is used, [drawing 1 (e)] and the liquefied micro lens 16 are formed, UV light exposure 15 is taken [the liquefied resin 14 for lenses is carried out injection/regurgitation,], the micro lens 16 of the shape of this liquid is stiffened, and [drawing 1 (f)] and a micro lens 17 [drawing 1 (g)] are formed.

18] Since the photosensitive material film 2 of the negative mold which the exposed part hardens is used for the micro-lens pattern (it is henceforth called the film for lens markers) which specifies the portion which forms a micro

s 17, the alignment mark which carried out forms, such as a cross joint or discoid, is formed in the core. Since this alignment mark is a protection-from-light portion, the concave alignment mark 8 with the depression (hollow) responding to an alignment mark pattern is formed in the core of the film 9 for convex type lens markers. However, a portion of the depression of this concave alignment mark 8 is closed by the production process of injection/regurgitation of the drop of the liquefied resin 14 for lenses performed continuously, serves as the completely solid phase as the film 9 for convex type lens markers, and can form a homogeneous micro lens. Here, when the refractive index of the film for convex type lens markers and the resin material for micro lenses was adjusted, optically, the interface was not able to become but the depression between the film 9 for lens markers and the concave alignment mark 8 was able to obtain the homogeneous and transparent micro lens.

19] <Gestalt 2 of operation> The gestalt of operation of the 2nd of this invention is shown in drawing 2. In drawing 2, a lens marker is formed using the photopolymer of the positive type from which the exposed portion is removed. By using the photopolymer of a positive type, the film 10 for lens markers (film for concave lens markers) of the configuration (it became depressed) where the micro-lens portion was dented is formed on the contrary [the gestalt 1 of the above-mentioned implementation]. The micro-lens pattern which specifies the portion which forms a micro lens, a photo mask 1 [drawing 2 (a)] which has the alignment mark pattern 5 formed in the interior of this pattern is used. By setting the light corpuscle child's 3 alignment mark pattern as the light corpuscle child's (optical equipment) 3 luminescence or light-receiving center, and carrying out alignment of the alignment mark pattern 5 of a photo mask 1 at the location of optical equipment 3 is doubled with a photo mask 1, and the substrate 12 in which photosensitive material film 2' of a positive type was formed is carried out exposure 6 using the photo mask 1 which has the above-mentioned micro-lens pattern [drawing 2 (b)]. Negatives are developed and the film 10 for concave lens markers which has the convex type alignment mark 7 is formed in the interior [drawing 2 (c)]. The production process [drawing 2 (g)] which injects the liquefied resin 14 for lenses [drawing 2 (e)], forms liquefied micro-lens 16, carries out UV light exposure 15 [drawing 2 (f)] hereafter using the ink jet beef fat 13 [drawing 2 (d)], and forms a micro lens 17 is the same as the gestalt 1 of the above-mentioned implementation almost.

20] The alignment mark is formed in the core of a micro lens in order to double the location of a micro lens with a light corpuscle child's luminescence/light-receiving center like [the gestalt 2 smell of this operation] the gestalt 1 of the above-mentioned operation. In a development production process, as shown in drawing 2, this alignment mark turns into the minute convex type alignment mark 7, in order to remain without being etched. However, since minute heights covered with the injection production process of the liquid resin performed continuously, these minute heights serve as transparent optically like the gestalt 1 of the above-mentioned implementation according to it by adjusting the refractive index of the resin material for lens markers, and the resin material for micro lenses. In addition, as for **, it is preferable on the film for concave lens markers to use a water-repellent high material as a resin material for lens markers.

21] <Gestalt 3 of operation> With the gestalt 3 of this operation, as shown in drawing 3, it is not necessary to remove the convex type alignment mark 7 which was formed in the interior of the film 10 for concave lens markers in the case of drawing 2, and to adjust the refractive index of the film for concave lens markers, and the resin material of a micro lens, and the formation method of the micro lens which can make large selection width of face of the resin material for micro lenses is stated.

22] As shown in drawing 3 (c), the substrate 12 in which photosensitive material film 2' of a positive type was formed is used. By carrying out alignment of the alignment mark pattern 5 of a photo mask 1, and the alignment mark pattern 4 on the light corpuscle child 3 (luminescence/light-receiving center) After considering the light corpuscle child's (optical equipment) 3 alignment as a photo mask 1, fault development is performed in the production process which carries out exposure 6 and is developed. The convex type alignment mark 7 imprinted by photosensitive material on 2' of a positive type is removed, and film 10' for concave lens markers which specifies the edge by the side of the periphery of a micro-lens formation portion is formed. Next, the production process [drawing 3 (g)] which injects the liquefied resin 14 for lenses, forms [drawing 3 (e)] and the liquefied micro lens 16, takes UV light exposure 15, is hardened and forms [drawing 3 (f)] and micro-lens 17 ** on film 10' for concave lens markers which is the portion which forms a micro lens is the same as the gestalten 1-2 of the above-mentioned implementation.

23] By considering as such a micro-lens formation method, it becomes unnecessary to adjust the refractive index of the resin material of a lens marker and a micro lens, and width of face of selection of the resin material for micro lenses can be made large. Moreover, when it does not need to be transparent and the light corpuscle child is stationed in the place of an array to operating wavelength as a resin material of the film for concave lens markers, the effect of reducing optical cross talk between adjacent channels can also be expected by using the material which it dared have colored. However, generally, since the photosensitive material of a positive type (photolysis mold) has few classes, when track

ords, such as the reliability of resin, have priority, the direction which uses a negative-mold photopolymer is a best 1cy. In addition, an example of the mask pattern for lens marker production used with the gestalten 1-3 of the above-mentioned implementation was shown in drawing 5 . Although drawing 5 showed the disc-like thing minute as an alignment mark, you may be a cross-joint configuration etc.

24] <Gestalt 4 of operation> As shown in drawing 4 , in the gestalt 4 of this operation, by forming the film 11 for ring-like lens markers explains the case where a micro lens is produced, using the photo mask 1 [drawing 4 (a)] which the ring-like lens marker pattern 19. Although the point which carries out patterning using the photopolymer of a positive type is the same as the gestalt 2 of the above-mentioned implementation, when the resin material for micro lenses is dropped, it differs in that the appearance of a micro lens is determined on the edge of the outside of the film 11 for ring-like lens markers.

25] When the resin for micro lenses is dropped, in order to stop the breadth, the device of using a water-repellent material or thickening a lens marker's thickness was required for the film 10 (drawing 2) for concave lens markers. These are factors which make a production process restrict and make it difficult, and resin may spread on the film for lens markers by few chips of a edge, a dry area, etc. By the film 10 (drawing 2) for concave lens markers, and the film drawing 1) for convex type lens markers, the film 9 for convex type lens markers can form a micro lens with sufficient repeatability. That is, the film 11 for ring-like lens markers shown in the gestalt 4 of this operation has the good point of both sizes of the goodness of the repeatability of micro-lens production which the film 9 for convex type lens markers has, and the alternative of the resin material for micro lenses which the film 10 for concave lens markers

26] Also in the film 11 for ring-like lens markers, the alignment mark of a micro-lens core is removable like the gestalt 3 of the above-mentioned implementation with fault development. Since fault development also of the ring formation is similarly carried out in that case, it needs to be cautious of layout of ring width of face. In addition, in the gestalt of the above-mentioned implementation, although the ink jet method has been taken up to the method which liquefies resin, it does not limit to an ink jet method, and if it is the method which can trickle a minute quantity of a drop with a sufficient controllability, it can apply, for example, this can also use a dispenser method. Moreover, in the gestalt of the above-mentioned implementation, although the thing of a single channel has been taken up as a light corpuscle child, this is not limited to a single channel. In the light corpuscle child array arranged a single dimension 1/ or in the shape of-dimensional [2], the micro-lens formation method of above-mentioned this invention is completely applicable similarly.

27] [Effect of the Invention] According to the micro-lens formation method of having used the property in which the drop of a minute amount of this invention became globular form-like on a substrate. In a lens marker's mask pattern used in order to raise the diameter of a micro lens, and the accuracy and repeatability of an array array. It becomes possible by forming a minute alignment pattern in the core of a micro lens, and carrying out alignment of this and a light corpuscle child's (optical equipment) luminescence/light-receiving center to set those optical axis easily. It is not necessary to form a special alignment mark, and to carry a light corpuscle child using the high-class mounting methods, such as a flip chip, and to newly prepare an alignment mark in the chip surface as a lens marker used in order to be used in order to set the optical axis of a light corpuscle child and a micro lens, and to raise the formation location precision. Furthermore, a chip appearance is small, and since it is settled in the projection size of a micro lens, when an alignment mark cannot be formed, the micro lens whose optical axis suited to the light corpuscle child can be produced by low cost. Moreover, although the lens marker used for the alignment of a micro lens and a light corpuscle child is in a light transmission mode, he can remove optically or physically and can prevent the increment in an unnecessary interface.

translation done.]

NOTICES *

Our Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

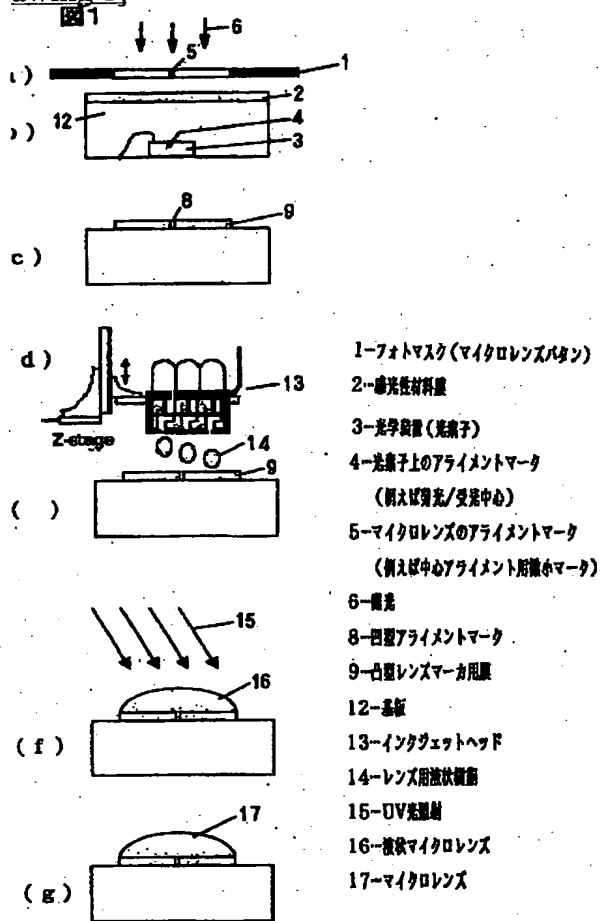
This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

*** shows the word which can not be translated.

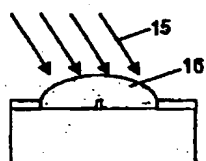
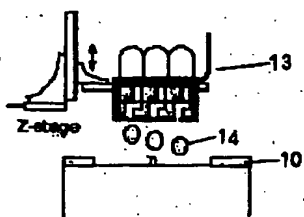
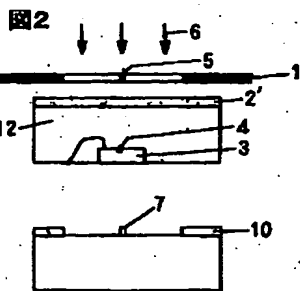
In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

Drawing 1]



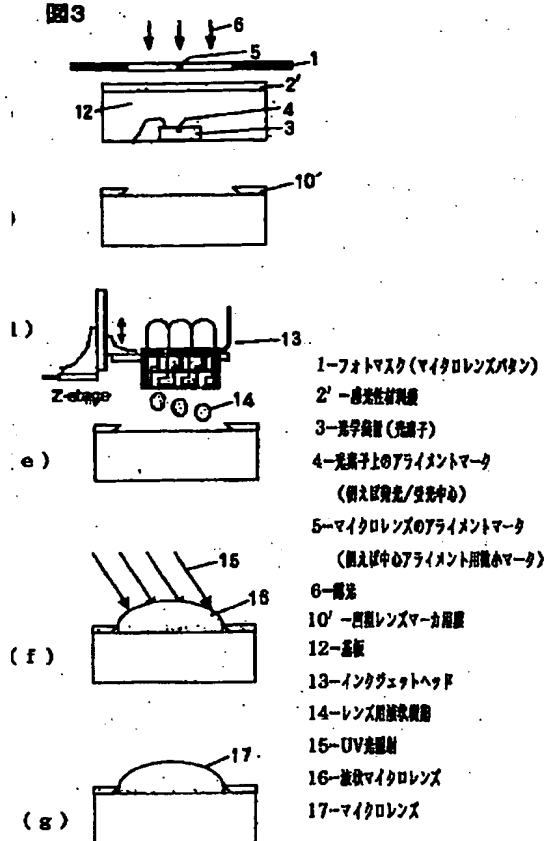
Drawing 2]



- 1-フォトマスク (マイクロレンズパターン)
- 2'-感光性材料層
- 3-光学装置 (光線子)
- 4-光線子上のアライメントマーク
(例えば露光/受光中心)
- 5-マイクロレンズのアライメントマーク
(例えば中心アライメント用露光マーク)
- 6-露光
- 7-凸型アライメントマーク
- 10-凹型レンズマーク用膜
- 12-基板
- 13-インクジェットヘッド
- 14-レンズ用液状樹脂
- 15-UV光照射
- 16-凹型マイクロレンズ
- 17-マイクロレンズ

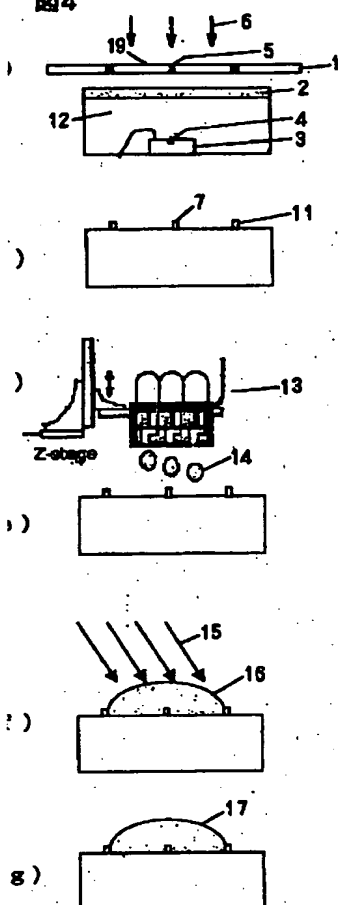
rawing 3]

図3



rawing 4]

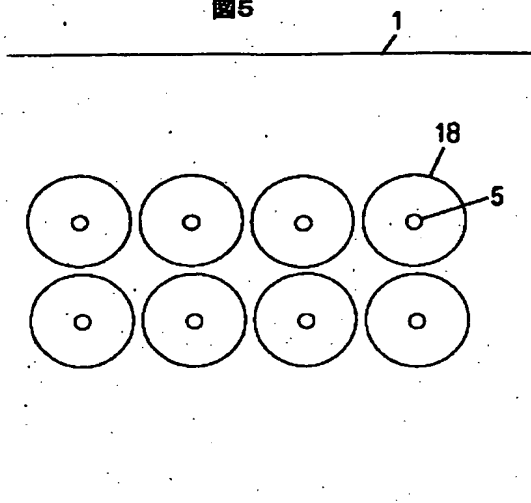
図4



- 1-フォトマスク (マイクロレンズパターン)
- 2-感光性材料膜
- 3-光学装置 (光線子)
- 4-光線子上のアライメントマーク
(例えば発光/受光中心)
- 5-マイクロレンズのアライメントマーク
(例えば中心アライメント用微小マーク)
- 6-露光
- 7-凸型アライメントマーク
- 11-リング状レンズマーク用膜
- 12-基板
- 13-インクジェットヘッド
- 14-レンズ用液状樹脂
- 15-UV光照射
- 16-液状マイクロレンズ
- 17-マイクロレンズ
- 19-リング状レンズマークパターン

rawing 5]

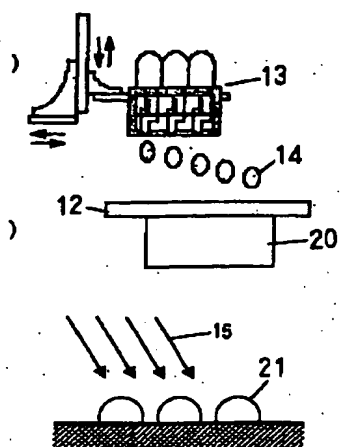
図5



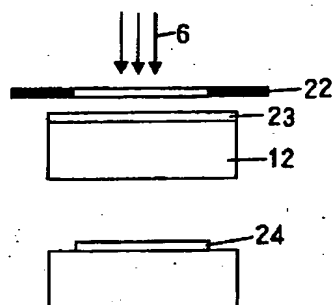
- 1-フォトマスク (マイクロレンズパターン)
- 5-マイクロレンズのアライメントマーク
- 18-レンズマーク作製用マスクパターン

rawing 6]

図6



- 12-基板
13-インクジェットヘッド
14-レンズ用液状微滴
15-UV光照射
20-ステージ
21-マイクロレンズ

awing 7]
図7

- 6-光源
12-基板
15-UV光照射
22-フォトマスク (マイクロレンズパターン)
23-感光性樹脂
24-円盤状の透明樹脂
(凸型レンズマーカー用)
25-液状UV光硬化剤
26-マイクロレンズ

anslation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-331532

(43)Date of publication of application : 19.11.2002

(51)Int.Cl.

B29C 39/02
B29C 39/24
G02B 3/00
// B29L 11:00

(21)Application number : 2001-141431

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 11.05.2001

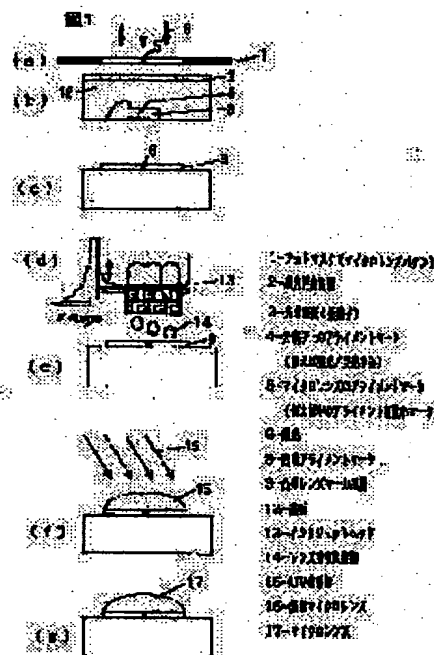
(72)Inventor : ISHII YUZO

(54) MICROLENS FORMING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a microlens forming method capable of simply performing the alignment of the optical axis of an optical device (an optical element, an optical part or the like) with that of a microlens at a low cost.

SOLUTION: A photomask (1) having a microlens pattern for forming the microlens and an alignment mark pattern is used, and the alignment mark (5) of the microlens is aligned with the alignment mark (4) of the optical element by setting the alignment mark of the optical device having the optical element (3) to the light emitting or receiving center of the optical element to align the optical axis of the microlens with that of the optical device. A film (9) for a lens marker, to which the microlens pattern having an alignment mark (8) at the center thereof is transferred, is formed on a substrate (12), and a liquid resin for the microlens is injected on the film for the lens marker to form a liquid microlens which is, in turn, irradiated with UV rays to be cured to form the microlens.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of r jection]

[Date of r questing appeal against examiner's
d cisi n of r jection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-331532
(P2002-331532A)

(43) 公開日 平成14年11月19日 (2002. 11. 19)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

B 2 9 C 39/02

B 2 9 C 39/02

4 F 2 0 4

39/24

39/24

G 0 2 B 3/00

G 0 2 B 3/00

Z

// B 2 9 L 11:00

B 2 9 L 11:00

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-141431(P2001-141431)

(22) 出願日 平成13年5月11日 (2001. 5. 11)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 石井 雄三

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100075753

弁理士 和泉 良彦 (外1名)

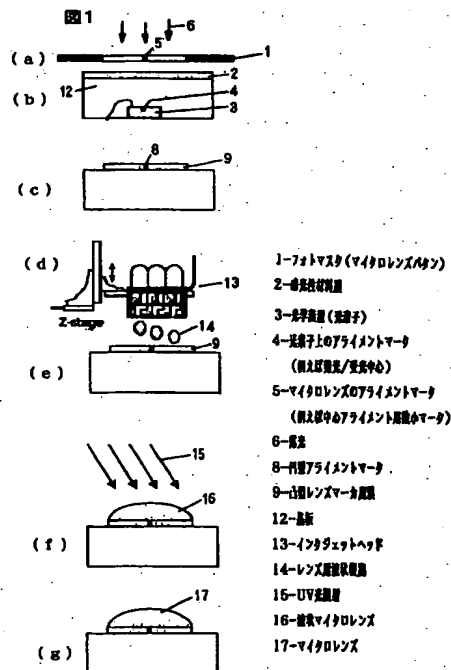
Fターム(参考) 4F204 AA44 AH75 EA03 EB01 EX18

(54) 【発明の名称】 マイクロレンズ形成方法

(57) 【要約】

【課題】光学装置（光素子、光部品等）とマイクロレンズとの光軸合わせを、簡易に低コストでアライメントできるマイクロレンズ形成方法を提供する。

【解決手段】マイクロレンズを形成するマイクロレンズパターンとアライメントマークパターンとを有するフォトマスク（1）を用い、光素子（3）を有する光学装置のアライメントマークを光素子の発光または受光中心として、マイクロレンズのアライメントマーク（5）と光素子のアライメントマーク（4）とを位置合わせすることにより、マイクロレンズと光学装置の光軸合わせをして、基板（12）上に、中心にアライメントマーク（8）を有するマイクロレンズパターンを転写したレンズマーカー用膜（9）を形成し、レンズマーカー用膜上に、レンズ用液状樹脂を射出して液状のマイクロレンズを形成し、UV光を照射して硬化させてマイクロレンズとする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光信号光が透過する基板を介して光信号が光素子に入出力する光学装置の上記基板表面にマイクロレンズを形成する方法であって、

上記マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズパターンと、該パターンの内部に形成されたアライメントマークパターンとを有するフォトマスクを用い、

他方、光学装置のアライメントマークを、上記光素子の発光または受光中心とするか、もしくは光素子上に別に形成したアライメントマークを設け、上記フォトマスク

のアライメントマークと、上記光学装置のアライメントマークとを位置合わせすることにより、上記フォトマスクと上記光学装置の位置を合わせ、上記マイクロレンズを形成する基板上に、上記マイクロレンズ材料と屈折率の等しい感光性材料膜を形成する工程と、

上記感光性材料膜上に、上記フォトマスクを用い露光、および現像することにより、中心にアライメントマークを有するマイクロレンズパターンを転写したレンズマーカー用膜を形成する工程と、

上記レンズマーカー用膜のマイクロレンズパターン上に、レンズ用液状樹脂を射出して、液状のマイクロレンズを形成する工程と、

UV 光を照射して、上記液状のマイクロレンズを硬化させてマイクロレンズを形成する工程とを少なくとも含むことを特徴とするマイクロレンズ形成方法。

【請求項 2】 光信号光が透過する基板を介して光信号が光素子に入出力する光学装置の上記基板表面にマイクロレンズを形成する方法であって、

上記マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズパターンと、該パターンの内部に形成されたアライメントマークパターンとを有するフォトマスクを用い、

他方、光学装置のアライメントマークを、上記光素子の発光または受光中心とするか、もしくは光素子上に別に形成したアライメントマークを設け、上記フォトマスク

のアライメントマークと、上記光学装置のアライメントマークとを位置合わせすることにより、上記フォトマスクと上記光学装置の位置を合わせ、上記マイクロレンズを形成する基板上に、感光性材料膜を形成する工程と、

上記基板上に形成した感光性材料膜に、上記フォトマスクを用いて、上記マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズパターンと、該パターンの内部に形成したアライメントマークパターンとを転写する工程と、

上記感光性材料膜を過現像して、該感光性材料膜に転写された上記アライメントマークを消去し、上記マイクロレンズを形成する部分を残したレンズマーカー用膜を形成する工程と、

上記マイクロレンズを形成する部分に、レンズ用液状樹脂を射出して、液状のマイクロレンズを形成する工程と、

UV 光を照射して、上記液状のマイクロレンズを硬化さ

せてマイクロレンズを形成する工程とを少なくとも含むことを特徴とするマイクロレンズ形成方法。

【請求項 3】 請求項 2 において、上記感光性材料膜を過現像して、アライメントマークを消去し、マイクロレンズを形成する部分を残したレンズマーカー用膜は、上記基板表面上の上記マイクロレンズを形成する部分に近接して、該マイクロレンズを形成する部分の外側の領域に形成され、かつ上記光信号光の波長に対して吸収性を有する材料よりなることを特徴とするマイクロレンズ形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光学装置のマイクロレンズ製造技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 図 6 は、特開 2000-180605 号公報（特願平 10-358956 号）に記載された従来のマイクロレンズ製造方法の一例を示す。この従来の方法は、液状の紫外線（UV 光）硬化樹脂を、インクジェットヘッド 13 により、レンズ用液状樹脂 14 として基板 12 上に射出し、表面張力により球状化させたところを、UV 光照射 15 により硬化させて、マイクロレンズ 21 を形成するものである。ピエゾ駆動素子などを用いて、液状の紫外線（UV 光）硬化樹脂の射出量を正確に制御することができ、再現性と制御性の高いマイクロレンズアレイを作製することが可能である。また、任意の基板 12 上にダイレクトにレンズを形成することができるため、半導体レーザや、受光素子、光導波路などの光部品にマイクロレンズを一体化することが容易である。滴下された液状樹脂が基板となす角、すなわち接触角は、液状樹脂と基板の表面張力の関係に大きく依存する。液状樹脂と基板の表面張力の関係は、樹脂の粘度、樹脂と基板のそれぞれの温度、基板の表面形状などによって決定されるが、それらの条件が同一であれば接触角は一意的に決定されるため、マイクロレンズの製造方法として適用することは可能である。マイクロレンズのレンズ特性を表わすパラメータとしては、焦点距離、F 数、レンズ直径（開口径）などが挙げられる。これらのレンズパラメータにおいて、F 数は、樹脂の接触角と樹脂の屈折率とから容易に導くことができる。すなわち、所定の接触角を形成する樹脂（屈折率は既知）と基板の組み合わせを用意すれば、所望の F 数をもつマイクロレンズを作製することができる。また、レンズ直径に関しては、接触角が射出量に因らず一定であることから、射出量のみで制御することができる。

【0003】 上記従来技術においては、さまざまなレンズ特性を持つマイクロレンズを簡便に作製することが可能である。しかしながら、この従来技術はマイクロレンズを一つずつ作製する方式であり、インクジェットヘッドをマルチノズル化することにより、マイクロレンズア

10

20

30

40

50

レイを一括して作製することも可能であるが、ターゲット位置と射出ヘッドのアライメント精度は、装置のステージ駆動精度および観察系の分解能などに大きく依存する。つまり、マイクロレンズの形成位置精度を高めるためには、装置の高精度化をはかる必要がある。装置の高精度化は、装置の高価格化を意味しており、マイクロレンズの製造コストを増加させることになる。したがって、マイクロレンズを低コストで製造するためには、マイクロレンズの形成位置精度が装置精度に影響されない製造方法とすることが必要となる。

【0004】図7に、上記マイクロレンズの形成位置精度が装置精度に影響されない製造方法として提案されたマイクロレンズの製造方法の一例を示す〔例えば、特開昭62-83337号公報（特願昭60-220375号）〕。これは、基板12上に設けた感光性樹脂23をフォトマスク22を用い、露光6、現像してパターンニングにより、基板12上のマイクロレンズを形成すべき部分に、感光性樹脂23よりなる円盤状の透明樹脂（以下、凸型レンズマーカー用膜と呼ぶ）24を形成する方法である。この凸型レンズマーカーである円盤状の透明樹脂24は、マイクロレンズパターンを有する上記フォトマスク22を用いたフォトリソグラフィ技術によって作製されるため、凸型レンズマーカー用膜24の形状、配列ピッチの正確性、および再現性は共に高い。

【0005】このような凸型レンズマーカー用膜24がターゲット基板上に形成されている場合には、液状UV光硬化樹脂25の液滴の射出位置は、上記凸型レンズマーカー用膜24上であればよいので、位置精度は大幅に緩和される。凸型レンズマーカー用膜24上に射出された液滴は、凸型レンズマーカー用膜24上を濡れ広がるが、その周縁部で広がり止まり、おのずと球形状を形成する。凸型レンズマーカー用膜24が円形であるために、レンズ中心はレンズマーカーの中心と正確に一致し、さらには、マイクロレンズ26の直径は凸型レンズマーカー用膜24の径によって正確に保持される。

【0006】ここで、フォトマスク22のアライメントは、通常、マスクに形成しておいたアライメントマークを用いて行われる。このアライメントマークは、マスクのマイクロレンズパターン以外の部分に形成されるが、これをターゲット面に設けられたアライメントマークとしてアライメントされる。ターゲット面に設けられるアライメントマークパターンとしては、配線層に形成された微細パターンであることが多いが、光素子などのチップ部品や光導波路などの光部品（まとめて光部品と呼ぶ）上にアライメントマークパターンが作製されることもある。

【0007】光部品が搭載された配線層上にアライメントマークが形成されている場合には、光部品の搭載精度を高めなければ、光部品とマイクロレンズとの光軸はずれることになる。したがって、光軸を合わせるためには、高精度の光部品の実装技術が必要となり、実装コス

トの増加を招いてしまうことになる。また、光部品にアライメントマークを形成する場合には、フォトマスク22側のアライメントマークと一致させるためには、光部品のサイズがマイクロレンズのサイズよりも十分大きくなければならない。アライメントマークをマイクロレンズ内に設けることもできるが、光透過部分にマークパターンを形成することは、透過光に対して反射・散乱・減衰などの影響をもたらすために、好ましくない。

【0008】

10 【発明が解決しようとする課題】 上述した従来のマイクロレンズの製造方法において、紫外線硬化樹脂を滴下する位置精度は装置精度に依存するため、高精度なマイクロレンズの形成を行うためには、装置の高精度化を図らなければならない。装置の高コスト化、ひいてはマイクロレンズの製造コストの増加を招いていた。また、液状樹脂の滴下位置の精度を緩和するために、あらかじめターゲット基板上に円盤状のレンズマーカーを形成しておく手法が提案されているが、レンズマーカーと光部品（光学装置）とのアライメントマークの形成について幾つかの課題があった。例えば、正確に光部品を搭載するための高価な搭載装置が必要であったり、光部品の表面にアライメントマークを形成しておかねばならないことであったり、アライメントマークを形成するためには光部品がマイクロレンズよりも大きいことが必要であったり、アライメントマークをマイクロレンズ内に設けると光透過特性に影響を及ぼしレンズ効果が劣化するなどの問題があった。

20 【0009】本発明の目的は、上記従来技術の問題を解決して、光学装置（光素子、光部品等）とマイクロレンズとの光軸合わせを、簡易に低コストでアライメントすることができるマイクロレンズ形成方法を提供することにある。

【0010】

30 【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明は特許請求の範囲に記載のような構成とするものである。すなわち、光信号光が透過する基板を介して光信号が光素子に入出力する光学装置（光素子、光部品等）の上記基板表面にマイクロレンズを形成する方法であって、上記マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズパターンと、該パターンの内部に形成されたアライメントマークパターンとを有するフォトマスクを用い、他方、光学装置のアライメントマークを、上記光素子の発光または受光中心とするか、もしくは光素子上に別に形成したアライメントマークを設け、上記フォトマスクのアライメントマークと、上記光学装置のアライメントマークとを位置合わせすることにより、上記フォトマスクと上記光学装置の位置を合わせ、上記マイクロレンズを形成する基板上に、上記マイクロレンズ材料と屈折率の等しい感光性材料膜を形成する工程と、上記感光性材料膜上に、上記フォトマスクを用い露光、および

現像することにより、中心にアライメントマークを有するマイクロレンズパターンを転写したレンズマーカ用膜を形成する工程と、上記レンズマーカ用膜のマイクロレンズパターン上に、レンズ用液状樹脂を射出して、液状のマイクロレンズを形成する工程と、UV光を照射して、上記液状のマイクロレンズを硬化させてマイクロレンズを形成する工程とを少なくとも含むマイクロレンズ形成方法とするものである。

【0011】このような請求項1に記載の工程でマイクロレンズを作製すると、光学装置（光素子あるいは光部品等）とマイクロレンズとの光軸合わせが、従来に比べて格段に容易となり、位置精度の高いマイクロレンズを低コストで形成することが可能となる。

【0012】また、請求項2に記載のように、光信号光が透過する基板を介して光信号が光素子に入出力する光学装置の上記基板表面にマイクロレンズを形成する方法であって、上記マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズパターンと、該パターンの内部に形成されたアライメントマークパターンとを有するフォトマスクを用い、他方、光学装置のアライメントマークを、上記光素子の発光または受光中心とするか、もしくは光素子上に別に形成したアライメントマークを設け、上記フォトマスクのアライメントマークと、上記光学装置のアライメントマークとを位置合わせすることにより、上記フォトマスクと上記光学装置の位置を合わせ、上記マイクロレンズを形成する基板の上に、感光性材料膜を形成する工程と、上記基板上に形成した感光性材料膜に、上記フォトマスクを用いて、上記マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズパターンと、該パターンの内部に形成したアライメントマークパターンとを転写する工程と、上記感光性材料膜を過現像して、該感光性材料膜に転写された上記アライメントマークを消去し、上記マイクロレンズを形成する部分を残したレンズマーカ用膜を形成する工程と、上記マイクロレンズを形成する部分に、レンズ用液状樹脂を射出し、液状のマイクロレンズを形成する工程と、UV光を照射して、上記液状のマイクロレンズを硬化させてマイクロレンズを形成する工程とを少なくとも含むマイクロレンズ形成方法とするものである。

【0013】このように請求項2に記載の過現像を行い、アライメントマークを消去し、マイクロレンズを形成する部分を残す工程を用いることにより、レンズマーカとマイクロレンズの樹脂材料の屈折率を整合させる必要がなくなり、マイクロレンズ用樹脂材料の選択の幅が広がる効果がある。

【0014】また、請求項3に記載のように、請求項2において、上記感光性材料膜を過現像して、アライメントマークを消去し、マイクロレンズを形成する部分を残したレンズマーカ用膜は、上記基板表面上の上記マイクロレンズを形成する部分に近接して、該マイクロレンズ

を形成する部分の外側の領域に形成され、かつ上記光信号光の波長に対して吸収性を有する材料よりなるマイクロレンズ形成方法とするものである。

【0015】上記請求項3のようなマイクロレンズ形成方法とすることにより、レンズマーカ用樹脂材料は、使用波長に対して透明である必要がなく、光素子がアレイ状に配置されている場合には、あえて着色した材料を用いることにより、隣接チャネル間の光学的クロストークを低減し得る効果がある。

10 【0016】

【発明の実施の形態】〈実施の形態1〉図1に本発明の第1の実施の形態を示す。図1において、マイクロレンズの製造方法は、光信号光が透過する基板12を介してダイボンドされた光素子3に入出力する光学装置における上記基板12の表面にマイクロレンズを形成する方法である。

【0017】マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズパターンと、該パターンの内部に形成したアライメントマークパターン（中心アライメント用微小マーク）5を有するフォトマスク1〔図1（a）〕を用い、20 上記光素子3上のアライメントマーク（光素子の発光または受光中心）4と、上記フォトマスク1のアライメントマーク5とを位置合わせすることにより、フォトマスク1と光学装置3の位置を合わせて、光学装置3とマイクロレンズとの光軸合わせを行う〔図1（b）〕。マイクロレンズを形成する基板12上に、マイクロレンズ材料と屈折率の等しい感光性材料膜2を形成し、上記感光性材料膜2を、フォトマスク1を用い、露光した後、現像することにより、中心に凹型アライメントマーク8を有する凸型レンズマーカ用膜（マイクロレンズパターンを転写したレンズマーカ用膜）9を形成する〔図1（c）〕。レンズマーカ用膜9のマイクロレンズパターン上に、インクジェットヘッド13〔図1（d）〕を用い、30 レンズ用液状樹脂14を射出／吐出して〔図1（e）〕、液状のマイクロレンズ16を形成し、UV光照射15して、該液状のマイクロレンズ16を硬化させて〔図1（f）〕、マイクロレンズ17〔図1（g）〕を形成する。

【0018】マイクロレンズ17を形成する部分を規定するマイクロレンズパターン（以後、レンズマーカ用膜と呼ぶ）は、露光した箇所が硬化するネガ型の感光性材料膜2を用いているので、その中心部に十字、または円盤状等の形をしたアライメントマークが形成される。このアライメントマークは、遮光部分であるため、凸型レンズマーカ用膜9の中心部には、アライメントマークパターンに対応した凹み（窪み）のある凹型アライメントマーク8が形成される。しかしながら、この凹型アライメントマーク8の凹みの部分は、続いて行われるレンズ用液状樹脂14の液滴の射出／吐出の工程で塞がれ、凸型レンズマーカ用膜9と全く同じ固相となり、均質なマイクロ

ロレンズを形成することができる。ここで、凸型レンズマーカー用膜およびマイクロレンズ用樹脂材料の屈折率を整合させておけば、レンズマーカー用膜 9 と凹型アライメントマーク 8 間の凹みは光学的には界面とはならず、均質で透明なマイクロレンズを得ることができた。

【0019】〈実施の形態 2〉図 2 に本発明の第 2 の実施の形態を示す。図 2 において、露光した部分が除去されるポジ型の感光性樹脂を用いて、レンズマーカーを形成するものである。ポジ型の感光性樹脂を用いることで、上記実施の形態 1 とは反対に、マイクロレンズ部分が凹んだ（窪んだ）形状のレンズマーカー用膜（凹型レンズマーカー用膜）10 が形成される。マイクロレンズを形成する部分を規定するマイクロレンズパターンと、該パターンの内部に形成したアライメントマークパターン 5 とを有するフォトマスク 1 [図 2 (a)] を用い、光素子 3 のアライメントマークパターンを光素子（光学装置）3 の発光または受光中心とし、フォトマスク 1 のアライメントマークパターン 5 とを位置合わせすることにより、フォトマスク 1 と光学装置 3 の位置を合わせ、ポジ型の感光性材料膜 2' を形成した基板 12 を、上記マイクロレンズパターンを有するフォトマスク 1 を用いて露光 6 する [図 2 (b)]。現像して、内部に、凸型アライメントマーク 7 を有する凹型レンズマーカー用膜 10 を形成する [図 2 (c)]。以下、インクジェットヘッド 13 [図 2 (d)] を用いて、レンズ用液状樹脂 14 を射出 [図 2 (e)] し、液状マイクロレンズ 16 形成し、UV 照射 15 [図 2 (f)] して、マイクロレンズ 17 を形成する工程 [図 2 (g)] は、上記実施の形態 1 とほぼ同様である。

【0020】本実施の形態 2 においても、上述の実施の形態 1 と同様に光素子の発光／受光中心とマイクロレンズの位置を合わせるために、マイクロレンズの中心部にアライメントマークが形成されている。このアライメントマークは現像処理工程において、エッチングされずに残るため、図 2 に示すように微小な凸型アライメントマーク 7 となる。しかしながら、続いて行われる液体樹脂の射出工程によって、微小凸部は覆われるので、上記実施の形態 1 と同様に、レンズマーカー用樹脂材料とマイクロレンズ用樹脂材料との屈折率を整合させることにより、この微小凸部は光学的に透明となる。なお、凹型レンズマーカー用膜においては、レンズマーカー用樹脂材料として、撥水性の高い材料を用いることが好ましい。

【0021】〈実施の形態 3〉本実施の形態 3 では、図 3 に示すごとく、図 2 の場合において凹型レンズマーカー用膜 10 の内部に形成された凸型アライメントマーク 7 を除去し、凹型レンズマーカー用膜とマイクロレンズの樹脂材料の屈折率を整合させる必要がなく、マイクロレンズ用樹脂材料の選択幅を広くすることができるマイクロレンズの形成方法について述べる。

【0022】図 3 (c) に示すように、ポジ型の感光性

材料膜 2' を形成した基板 12 を用い、フォトマスク 1 のアライメントマークパターン 5 と光素子 3 上のアライメントマークパターン（発光／受光中心）4 とを位置合わせすることにより、フォトマスク 1 と光素子（光学装置）3 の位置合わせをした後、露光 6 して現像する工程において過現像を行い、ポジ型の感光性材料膜 2' に転写された凸型アライメントマーク 7 を除去し、マイクロレンズ形成部分の外周側の縁を規定する凹型レンズマーカー用膜 10' を形成する。次に、マイクロレンズを形成する部分である凹型レンズマーカー用膜 10' 上に、レンズ用液状樹脂 14 を射出して [図 3 (e)]、液状のマイクロレンズ 16 を形成し、UV 光照射 15 して、硬化させ [図 3 (f)]、マイクロレンズ 17 を形成する工程 [図 3 (g)] は、上記実施の形態 1 ～ 2 と同様である。

【0023】このようなマイクロレンズ形成方法とすることにより、レンズマーカーとマイクロレンズの樹脂材料の屈折率を整合する必要がなくなり、マイクロレンズ用樹脂材料の選択の幅を広くすることができる。また、凹型レンズマーカー用膜の樹脂材料として、使用波長に対して透明である必要がなく、光素子がアレイ状に配置されている場合などにおいて、あえて着色した材料を用いることにより、隣接チャネル間の光学的クロストークを低減する効果も期待できる。しかし、一般的にポジ型（光分解型）の感光性材料は種類が少ないため、樹脂の信頼性などの実績が優先する場合には、ネガ型感光性樹脂を用いる方が得策である。なお、上記実施の形態 1 ～ 3 で使用したレンズマーカー作製用マスクパターンの一例を図 5 に示した。図 5 ではアライメントマークとして微小円盤状のものを示したが、十字形状等であってもかまわない。

【0024】〈実施の形態 4〉図 4 に示すように、本実施の形態 4 においては、リング状のレンズマーカーパターン 19 を有するフォトマスク 1 [図 4 (a)] を用いて、リング状レンズマーカー用膜 11 を形成することにより、マイクロレンズを作製する場合について説明する。ポジ型の感光性樹脂を用いてパターンニングする点は、上記実施の形態 2 と同じであるが、マイクロレンズ用の樹脂材料を滴下した際に、リング状レンズマーカー用膜 11 の外側の縁でマイクロレンズの外形が決定される点異なる。

【0025】凹型レンズマーカー用膜 10 (図 2) は、マイクロレンズ用の樹脂を滴下した際に、その広がり止めるために、撥水性材料を用いたり、レンズマーカーの厚みを厚くしたりする、などの工夫が必要であった。これらは、作製プロセスを制限し、困難化させる要因であり、また、縁部のわずかな欠け、荒れなどによって、樹脂がレンズマーカー用膜上に広がってしまうことがある。凹型レンズマーカー用膜 10 (図 2) と凸型レンズマーカー用膜 9 (図 1) とでは、凸型レンズマーカー用膜 9 の方

が、再現性良くマイクロレンズを形成することができる。すなわち、本実施の形態4に示すリング状レンズマーク用膜11は、凸型レンズマーク用膜9の持つマイクロレンズ作製の再現性の良さと、凹型レンズマーク用膜10が持つマイクロレンズ用樹脂材料の選択肢の広さの両方の良い点を併せ持つものである。

【0026】上記実施の形態3と同様に、リング状レンズマーク用膜11においても、マイクロレンズ中心部のアライメントマークは、過現像によって除去することができる。その際に、リング部分も同様に過現像されるため、リング幅の設計には注意する必要がある。なお、上記実施の形態においては、液状樹脂を射出する方式に、インクジェット方式を取り上げてきたが、これは、インクジェット方式に限定するものではなく、微量の液滴を制御性良く滴下することができる方式であれば適用することができ、例えば、ディスペンサ方式を用いることも可能である。また、上記実施の形態においては、光素子としてシングルチャネルのものを取り上げてきたが、これは単チャネルに限定するものではない。一次元ないし二次元状に配列された光素子アレイにおいても、全く同様に、上記本発明のマイクロレンズ形成方法を適用することができる。

【0027】

【発明の効果】本発明の微量の液滴が基板上で球形状となる性質を利用したマイクロレンズ形成方法によれば、マイクロレンズの直径とアレイ配列の正確性・再現性を高めるために用いられるレンズマークのマスクパターンにおいて、マイクロレンズの中心部に微小なアライメントパターンを形成し、これと光素子（光学装置）の発光／受光中心とをアライメントすることによって、それらの光軸を容易に合わせることが可能となる。光素子とマイクロレンズとの光軸を合わせるために用いられ、その形成位置精度を高めるために使用されるレンズマークとして、特別なアライメントマークを形成する必要がなく、光素子をフリップチップなどの高級な実装方法を用いて搭載する必要もなく、また、チップ表面に新たにアライメントマークを設ける必要もない。さらに、チップ外形が小さく、マイクロレンズの投影サイズ内に収まってしまうために、アライメントマークを形成することのできない場合においても、光素子と光軸が合ったマイクロレンズを低コストで作製することができる。また、マイクロレンズと光素子のアライメントに用いられるレンズマークが、光透過領域内にあるにもかかわらず、光学的もしくは物理的に除去することができ、不要な境界面の増加を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1で例示したマイクロレンズ形成方法を説明する図。

【図2】本発明の実施の形態2で例示したマイクロレンズ形成方法を説明する図。

【図3】本発明の実施の形態3で例示したマイクロレンズ形成方法を説明する図。

【図4】本発明の実施の形態4で例示したマイクロレンズ形成方法を説明する図。

【図5】本発明の実施の形態1～3で使用したレンズマーク作製用マスクパタンの一例を示す平面図。

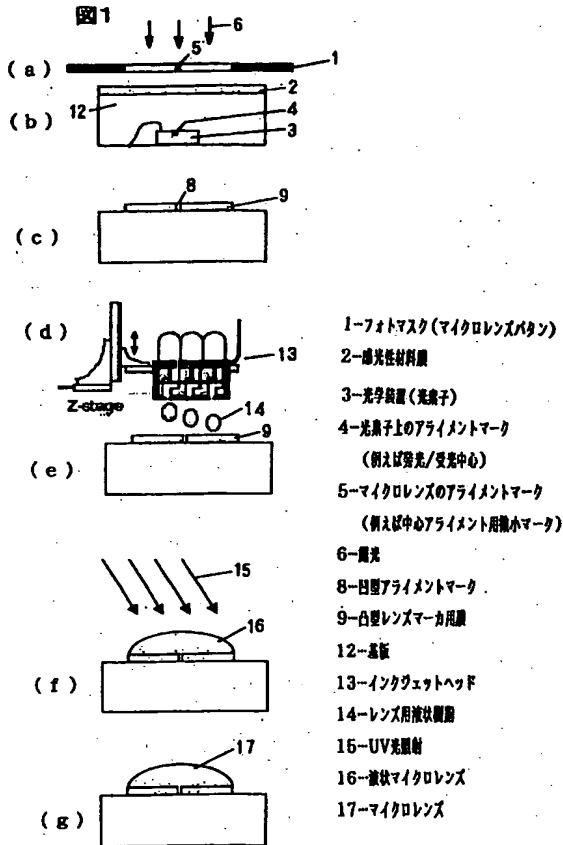
【図6】従来の微量の液滴の表面張力を利用したマイクロレンズの製造方法を示す説明図。

【図7】従来のレンズマークを用いたマイクロレンズの製造方法を示す説明図。

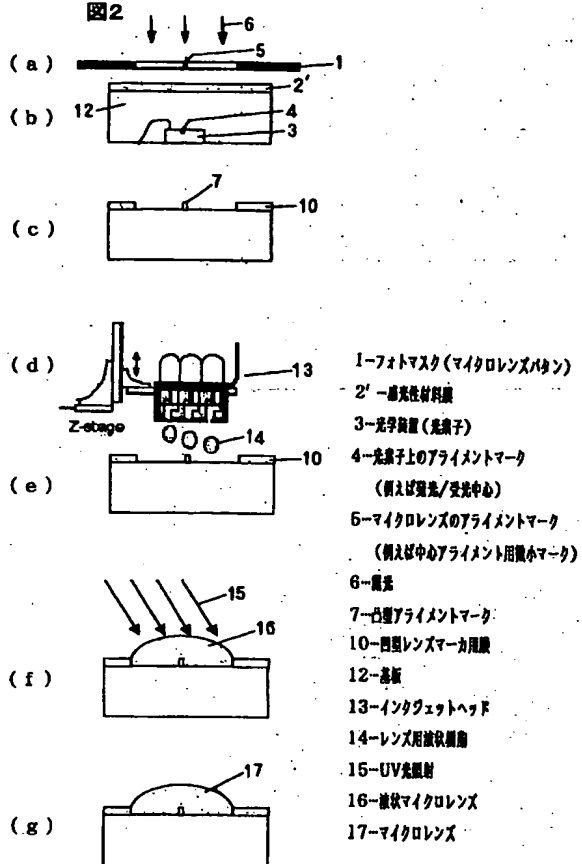
【符号の説明】

- 1…フォトマスク（マイクロレンズパタン）
- 2…感光性材料膜
- 2'…感光性材料膜
- 3…光学装置（光素子）
- 4…光素子上のアライメントマーク（例えば発光／受光中心）
- 5…マイクロレンズのアライメントマーク（例えば中心アライメント用微小マーク）
- 6…露光
- 7…凸型アライメントマーク
- 8…凹型アライメントマーク
- 9…凸型レンズマーク用膜
- 10…凹型レンズマーク用膜
- 10'…凹型レンズマーク用膜
- 11…リング状レンズマーク用膜
- 12…基板
- 13…インクジェットヘッド
- 14…レンズ用液状樹脂
- 15…UV光照射
- 16…液状マイクロレンズ
- 17…マイクロレンズ
- 18…レンズマーク作製用マスクパタン
- 19…リング状レンズマークパタン
- 20…ステージ
- 21…マイクロレンズ
- 22…フォトマスク（マイクロレンズパタン）
- 23…感光性樹脂
- 24…円盤状の透明樹脂（凸型レンズマーク用膜）
- 25…液状UV光硬化樹脂
- 26…マイクロレンズ

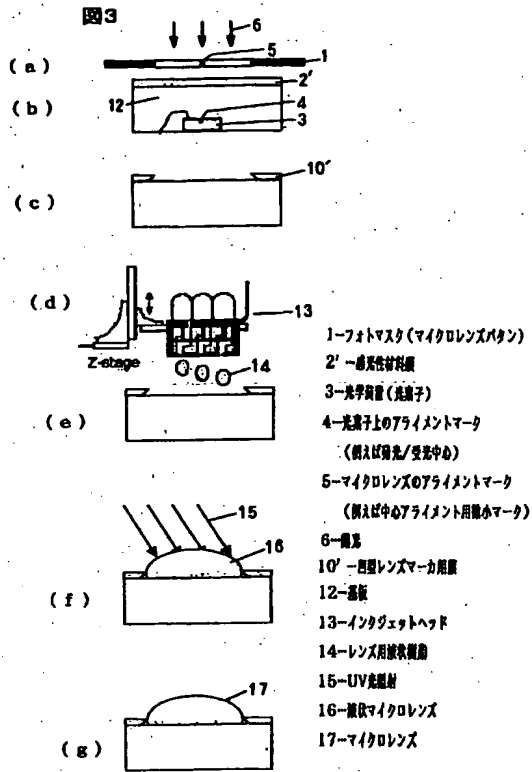
【図1】



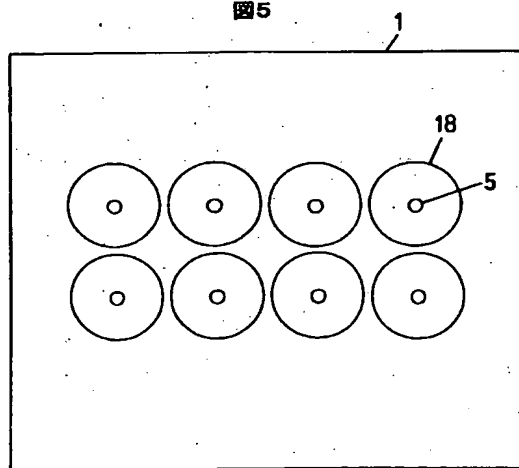
【図2】



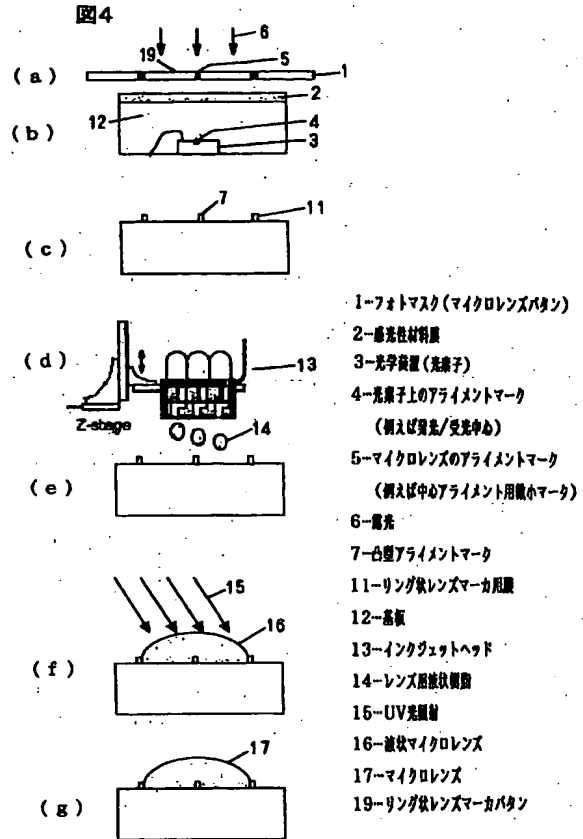
【図 3】



【図 5】

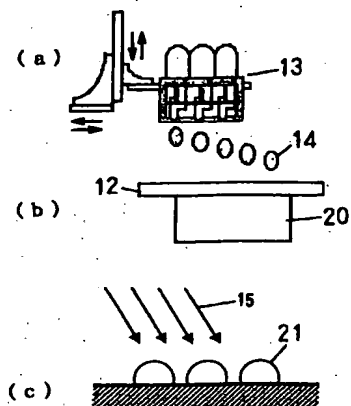


【図 4】



【図6】

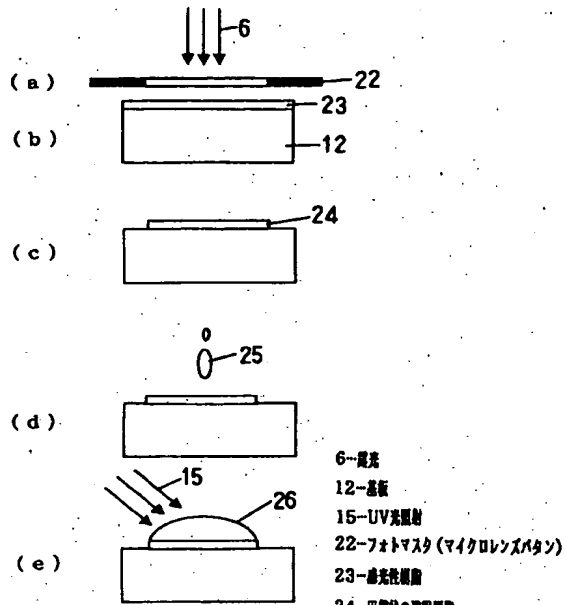
図6



12-基板
13-インクジェットヘッド
14-レンズ形成液状滴
15-UV光照射
20-ステージ
21-マイクロレンズ

【図7】

図7



6-光
12-基板
15-UV光照射
22-フォトマスク (マイクロレンズパタン)
23-感光性樹脂
24-円形状の感光樹脂
(凸型レンズマーカー用膜)
25-波状UV光硬化マスク
26-マイクロレンズ